

## 明細書

### 圧力センサ及びその製造方法

#### 技術分野

本発明は、圧力センサに関し、特に微細な形状を検知するセンサに関する。

#### 背景技術

従来より、個々を識別する装置として指紋センサが用いられており、この指紋センサには簡単で且つ精度良く指紋を検知することが要求されている。この種の指紋センサとしては指紋を光学的に検知するものや電氣的に検知するものなど、様々なタイプのものが研究、開発されている。例えば特開平 9-126918 号公報や特開平 10-300610 号公報には、電極を有するマイクロセンサ部をマトリクス状に配置し、指からの圧力を電気信号に変換して指紋を検知するものが記載されている。このマイクロセンサ部は、2 枚の電極の間に空洞を介在させた状態で対向配置している。

図 16 には製造途中におけるマイクロセンサ部の断面図を示す。シリコン基板 101 上にはエッチングバリア層 102 が積層され、その上に所定のパターンで Au 又は Ti による第一金属層 103 が形成される。この第一金属層 103 は可変コンデンサの第一電極、若しくは、マイクロコンタクタの第一端子として使用される。第一金属層 103 に対応して多結晶シリコン又は Al からなる隔膜 104 を形成し、隔膜 104 上に Au 又は Ti からなる第二金属層 105 を形成する。そして基板 101 の表面全体を窒化シリコンからなる絶縁膜 106 で覆う。マイクロセンサ部の表面には第二金属膜 105 及び絶縁膜 106 に隔膜 104 まで達する開口 107 が形成され、開口 107 の部分で隔膜が外部に露出する。なお図 16 ではこの状態を示している。この後で基板 101 にウェットエッチングを行うが、このとき溶液が多結晶シリコン又は Al からなる隔膜 104 をエッチングし、隔膜 104 が取除かれて空洞が形成される。エッチング終了後に開口 107

を窒化シリコンなどで塞ぎ、空洞を密閉する。そしてマイクロセンサに指からの圧力が加わると、その圧力に応じて絶縁膜 106 及び第二金属層 105 が第一金属層 103 側へ湾曲し、その状態に応じた電気信号を出力して、指紋の形状を検知する。

マイクロセンサの上方電極になる第二金属層 105 には、指からの圧力に応じて第一金属層 103 側に湾曲する柔軟性と、圧力がなくなったときに元の状態に戻る復元力が要求される。それに対して絶縁膜 106 は金属に比べて硬いため、従来のように第二金属層 105 を絶縁膜 106 で覆った場合は、第二金属層 105 と絶縁膜 106 との柔軟性や弾力性の差が大きいため、使用している間に第二金属層 105 などが破損する可能性が高かった。特に第二金属層 105 上には絶縁性を保つために膜厚の厚い絶縁膜や複数の絶縁膜が形成されるため、絶縁膜 106 と第二金属層 105 との柔軟性に大きな差が生じる。

また柔軟性を有する第二金属層 105 は強度が弱いため、マイクロセンサの使用回数が多くなると第二金属層 105 が破損しやすくなり、精度や耐久性が低下する。また、従来の第二金属層 105 は全体が平坦に形成されるため、材質や膜厚によって柔軟性や復元力を設定することになる。しかし柔軟性を得るために膜厚を薄くすると復元力が弱くなり、復元力を補うために膜厚を厚くすると柔軟性がなくなるため、従来のものでは十分な柔軟性と復元力を備えた第二金属層 105 を得ることが困難であった。

#### 発明の開示

本発明はかかる点に鑑みなされたもので、センサ部の故障が少なく、適正な感度の圧力センサを提供することを目的とする。

上記目的を達成するために本発明の圧力センサは、複数のセンサ部をマトリクス状に配置し、各センサ部は、センサ部内に配置された第一電極と、第一電極を覆う第一絶縁膜と、第一絶縁膜に形成されると共に第一電極の一部分を露出させるセンサ孔と、少なくとも露出した第一電極の上方に位置する空洞部と、空洞部を挟んで第一電極に対向配置すると共に第一電極側に湾曲可能な第二電極とを有

することを特徴とする。

また本発明は、上記構成の圧力センサにおいて、前記第一電極は、前記センサ部のほぼ中央に位置する中央電極部と、前記センサ部内に位置すると共に前記中央電極部を囲むように形成された環状部とを備えるようにした。

また本発明は、上記構成の圧力センサにおいて、前記第一絶縁膜は前記第一電極上においてセンサ孔とは別に少なくとも一箇所の凹部を有しているようにした。

また本発明は、上記構成の圧力センサにおいて、前記第一絶縁膜の端部が第一電極の周囲に位置するようにした。

また本発明は、上記構成の圧力センサにおいて、センサ孔の周囲に存在する前記第一絶縁膜の厚みが約2000～約5000Åであるようにした。

また本発明は、上記構成の圧力センサにおいて、センサ孔が円形状であり、その直径が約5～約40μmであるようにした。

また本発明は、上記構成の圧力センサにおいて、前記空洞部下に位置する前記第一電極表面上より立ちあがる前記第一絶縁膜の端縁は、第一電極上から傾斜しているようにした。

また本発明は、上記構成の圧力センサにおいて、前記第一電極の輪郭部分に対応するように前記第二電極にリリース口を配置するようにした。

また本発明は、上記構成の圧力センサにおいて、前記第二電極に第二絶縁膜を積層し、センサ部の中央付近の前記第二絶縁膜を取除いて開口部を形成するようにした。

また本発明は、上記構成の圧力センサにおいて、センサ部内の前記第二絶縁膜の取除かれた部分が円形状であり、その直径が約24～約28μmであるようにした。

また本発明は、上記構成の圧力センサにおいて、前記開口部内の第二電極上にオーバーコート膜が形成されているようにした。

また本発明は、上記構成の圧力センサにおいて、前記オーバーコート膜が前記第二絶縁膜と異なる材質により形成されているようにした。

また本発明は、上記構成の圧力センサにおいて、前記第二絶縁膜が無機絶縁膜

により形成され、前記オーバーコート膜が有機絶縁膜により形成されているようにした。

また本発明は、前記構成の圧力センサにおいて、センサ部の中央部分の前記オーバーコート膜表面が平坦になっているようにした。

また本発明は、複数のセンサ部を配置した圧力センサの製造方法において、前記センサ部内に第一電極を形成する工程と、前記第一電極上に中間層を形成する工程と、前記中間層上に第二電極を形成する工程と、前記第二電極上にオーバーコート膜を形成する工程と、前記オーバーコート膜上に絶縁膜を形成する工程と、前記中間層を取除いて空洞部を形成する工程と、センサ部の中央部分に存在する前記絶縁膜を取除いて開口部を形成する工程とを備えたことを特徴とする。

また本発明は、上記構成の圧力センサの製造方法において、少なくとも第二電極の中央部分にオーバーコート膜を形成する工程と、前記オーバーコート膜上に第二絶縁膜を形成する工程と、前記第二電極の中央部分に存在する前記第二絶縁膜を取除いて開口部を形成する工程を有することとした。

また本発明は、上記構成の圧力センサの製造方法において、前記第一電極と重なるように第二絶縁膜及び第二電極にリリース口を形成する工程と、前記リリース口を介して中間層を取除く工程と、中間層を取除いた後に前記リリース口を塞ぐ工程を有することとした。

また本発明は、上記構成の圧力センサの製造方法において、前記オーバーコート膜を約250～約300℃でポストバークする工程を有することとした。

#### 図面の簡単な説明

- 図1 本発明の第一実施例である圧力センサの概略を示す全体図である。
- 図2 圧力センサのセンサ部及び通気口部の平面図である。
- 図3 センサ部の断面概略図である。
- 図4 通気口部の断面概略図である。
- 図5 センサ部と通気口部を含む断面概略図である。
- 図6 センサ部の製造工程を説明する断面図である。

- 図 7      センサ部の製造工程を説明する平面図である。
- 図 8      本発明の第二実施例である第一電極の平面図である。
- 図 9      本発明の第三実施例である第一電極の平面図である。
- 図 10     本発明の第四実施例であるセンサ部の断面概略図である。
- 図 11     本発明の第五実施例であるセンサ部の平面図である。
- 図 12     センサ部の断面概略図である。
- 図 13     本発明の第六実施例であるセンサ部の平面図である。
- 図 14     センサ部の断面概略図である。
- 図 15     センサ部の要部を説明するための概略図である。
- 図 16     従来の圧力センサの製造途中の状態を示す断面図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

本発明の実施例を図面を参照して説明する。なお、この実施例では複数のセンサ部を並べて微細な形状を検出する圧力センサを説明するが、本発明は微細な形状を検知する圧力センサに限定するものではない。例えば、センサ部を 1 つにして圧力を検知する圧力センサでもよく、また若干大きめのセンサ部を複数並べて押圧の有無を検知するタッチパネルでもよい。さらに、この実施例ではセンサ部として一对の電極の接触の有無により検知状態を識別するものを説明するが、本発明は、センサ部に一对の電極の間隔に応じた検知信号を出力する静電気式にも有効である。

まず第一の実施例を図面を参照して説明する。図 1 は本発明の圧力センサの概略を示す全体図である。1 は透明なガラス基板であり、ガラス基板 1 上には行方向に存在する複数の第一配線 2 と列方向に存在する複数の第二配線 3 がマトリクス状に形成されている。この実施例では基板としてガラス基板 1 を用いたが、ガラス基板に限定するものではなく、プラスチックフィルムなどでもよい。4 は第一配線 2 と第二配線 3 の交差部付近に設けられたセンサ部、5 は第二配線 3 上に設けられた通気口部である。複数のセンサ部 4 をマトリクス状に並べた領域が、微細な形状を検知する圧力検知領域に該当し、通気口部 5 は圧力検知領域外に設

けられている。なお、センサ部 4 を組み込んだ圧力センサ装置には形状を検知するための領域が設けられているが、ここでいう圧力検知領域とはこの圧力センサ装置の形状を検知するための領域ではなく、センサ部 4 が存在する領域のことを意味する。通気口部 5 はセンサ部 4 が並ぶ列方向の延長線上に存在し、この列方向に並ぶセンサ部群の両端に隣接して配置されている。なお、通気口部 5 をこのセンサ部群の一方の端部にだけ隣接配置してもよい。6 は第一配線 2 に走査信号を供給する走査回路、7 は第二配線 3 に流れる信号を検知する感知回路である。

センサ部 4 の詳細な構成は後述するが、センサ部 4 では第一配線 2 に接続する第一電極と第二配線 3 に接続する第二電極が空洞部を介して対向配置している。第二電極は検体からの圧力に応じて第一電極側に湾曲し、所定以上の圧力が加わると第一電極に接触する。そして検体を圧力検知領域に押し付けたとき、検体の凸部に対応するセンサ部 4 では両電極が接触し、検体の凹部に対応するセンサ部 4 では両電極が離れたままである。このとき走査回路 6 から 1 つの第一配線 2 に走査信号を供給すると、両電極が接触しているセンサ部 4 では両電極を介して第二配線 3 に信号が流れ、両電極が接触していないセンサ部 4 では第二配線 3 に信号が流れない。そして感知回路 7 で第二配線 3 を流れる信号の有無を検知すれば、各センサ部 4 に加わる圧力を検知できる。走査回路 6 から各第一配線 2 に順次走査信号を供給し、圧力検知領域を一通り走査して形状を検知する。

図 2 はセンサ部 4 及び通気口部 5 の平面図を示し、図 3 は図 2 の A - A に沿った断面であるセンサ部 4 の断面図、図 4 は図 2 の B - B に沿った断面である通気口部 5 の断面図、図 5 は図 2 の C - C に沿った断面図である。

まずセンサ部 4 の構造について説明する。ガラス基板 1 上には全面に SiNx による下層絶縁膜 11 が積層されている。下層絶縁膜 11 上には複数の第一配線 2 がそれぞれ平行に配置され、センサ部 4 に第一電極 8 が形成される。この第一配線 2 と第一電極 8 は共に下層絶縁膜 11 上に積層された金属層をパターンニングして形成される。この金属層としては例えば Al と Mo による積層構造が用いられる。第一電極 8 は、センサ部 4 の中央部に位置し中央電極部に相当する円状部 8a と、センサ部 4 の周囲に位置する環状部 8b と、円状部 8a と環状部 8b を

接続する接続部 8 c とを備えている。この実施例では 1 つの環状部 8 b を設け、この環状部 8 b はセンサ部 4 の中央を中心とした環状である。

1 2 は第一配線 2 と第一電極 8 を電氣的に接続する細長状のコンタクト層であり、アモルファスシリコン層や多結晶層、金属層により形成されている。このコンタクト層 1 2 は第一配線 2 や第一電極 8 の金属よりも高抵抗な部材で形成する。ここでコンタクト層 1 2 の抵抗を  $R$ 、第一配線 2 に供給される走査信号の電圧を  $E$ 、第二配線 3 を流れる電流を  $I$  とすると、 $E = IR$  の関係が成り立つ。従って 1 つのセンサ部 4 を介して第二配線 3 に流れる信号は、電流値が  $I$  になる。しかし、第二配線 3 を流れる信号が、例えばセンサ部 4、走査されていない第一配線 2、他の列のセンサ部 4、他の列の第二配線 3 と流れた場合、走査信号は始めの第一配線 2 から見て最終的に 3 つのコンタクト層 1 2 を通過することになる。そして、この他の列の第二配線 3 を流れる電流を  $I'$  とすると、 $E = 3RI'$  となり、 $I' = I/3$  となる。従って第二配線 3 を流れる電流値を見ることで他のセンサ部 4 を経由していないかを見分けることができ、センサ自体の精度を向上させることができる。

このコンタクト層 1 2 には膜厚均等に成膜でき、光学的手段を用いてパターン形成可能なものがよく、ここでは多結晶シリコンや導電性不純物を混入したアモルファスシリコン層からなるが、スイッチング素子や整流素子（ダイオードなど）で構成しても良い。

コンタクト層 1 2 の抵抗は感知回路 7 で検出できる最小の電流値を基にして決める。また、高抵抗のコンタクト層 1 2 を用いる場合は、配線抵抗を小さくする必要がある。抵抗は距離に比例するため、走査回路 6 から離れるほど走査回路 6 までの抵抗も高くなる。そのため走査回路 6 から遠いところに位置するセンサ部 4 までの配線抵抗がコンタクト層 1 2 と同程度の抵抗になった場合、感知回路 7 の検出結果から適正な値かどうかの見分けがつかなくなる。よって第一配線 2 には抵抗の小さい A1 等を含むようにした方がよい。

1 3 は  $\text{SiN}_x$  または  $\text{SiO}_2$  などによる第一絶縁膜であり、下層絶縁膜 1 1 や第一配線 2 などを覆っている。第一絶縁膜 1 3 はセンサ部 4 にも存在するが、

センサ部 4 の中央付近には円形状のセンサ孔 1 4 が形成され、第一電極の円状部 8 a の中央部分を露出させている。このセンサ孔 1 4 の大きさや厚さ（センサ孔 1 4 周縁の第一絶縁膜 1 3 の厚さ）はセンサの感度に影響する。

第一電極の円状部 8 a の周囲を第一絶縁膜 1 3 で覆っているため、第二電極 9 が第一電極 8 と大きな範囲で密着することがなく、第二電極 9 が第一電極 8 に接触した後に第一絶縁膜 1 3 付近から第二電極 9 が第一電極 8 と離れる。そして第一絶縁膜 1 3 が厚くなるほど、第二電極 9 の弾力性が弱くても元の状態に戻りやすくなるが、第二電極 9 が第一電極 8 に接触する可能性も低くなる。

また、センサ孔 1 4 が大きいときは第一電極 8 の露出部分が多くなり、第二電極 9 と接触する可能性が増える。従ってセンサ部 4 に掛かる小さな圧力の検知が可能になるが、それだけ過度の検知にもなりやすい。それに対してセンサ孔 1 4 が小さくなると第一電極 8 の露出部分が少なくなり、第二電極 9 と接触する可能性が少なくなるため、その分だけ圧力に対して鈍感なセンサになる。

よって、第一絶縁膜 1 3 の厚さやセンサ孔 1 4 の大きさは圧力センサに求められる感度によって適宜設定される。そして、第一絶縁膜 1 3 の厚さは約 500 Å ～約 10000 Å、センサ孔 1 4 の直径は約 5 μm ～約 40 μm であれば、精度よく形状を検知できる圧力センサになる。第一絶縁膜 1 3 の厚さは約 2000 ～約 5000 Å であればより好ましい。なおセンサ孔 1 4 を多角形状にしてもよく、そのときセンサ孔 1 4 の大きさは一辺が約 5 μm ～約 40 μm の正方形の範囲内にするとよい。

第一絶縁膜 1 3 から露出した第一電極 8 は空洞部 10 を介在させて第二電極 9 と対向配置する。空洞部 10 の形成方法は後述するが、センサ部 4 を平面方向から見たとき、空洞部 10 は第一電極の環状部 8 b まで広がっている。また、センサ部 4 の 4 隅にはリリース口 15 が設けられ、空洞部 10 はこのリリース口 15 にまで延在している。

第二電極 9 は金属層により形成され、例えば Mo が用いられる。センサ部 4 内では、第二電極 9 は 50 μm × 50 μm の正方形にパターニングされ、4 隅にリリース口 15 が開口している。列方向に並ぶセンサ部 4 では、それぞれ隣接す



るセンサ部 4 との間に互いの第二電極 9 を電氣的に連結する連結部 30 が形成され、第二電極 9 や連結部 30 が第二配線 3 を兼ねている。連結部 30 は第二電極 9 よりも幅が狭く、第一配線 2 に第一絶縁膜 13 を介して直交方向に重なっている。第二電極 9 と連結部 30 の製造工程は後述するが、第二電極 9 と連結部 30 は同一の金属層をパターンニングして形成されている。

第二電極 9 が第二配線 3 を兼ねることで、特別に第二配線用の専用配線を設ける必要がなくなる。したがって、圧力検知領域内に占めるセンサ部 4 の面積を増やすことができ、それだけ圧力検知領域のスペースを有効に使える。

第二電極 9 はほぼ均一な膜厚を有しているが、後述する中間層 25 の表面が第一電極 8 の形状に応じて凹凸になるため、第二電極 9 も凹凸形状になる。つまり大まかに見て円状部 8a や環状部 8b に対向する部分が凸状になり、第一電極 8 に対向しない部分が凹状になる。こうして第二電極 9 が全体的に凹凸部分を有するため、第二電極 9 が補強され復元力が増加する。また第二電極 9 に強い圧力が掛かったときでも、第二電極 9 の全体に応力が働くため強度が増し、第二電極 9 が破損する可能性が低減し、耐久性が向上する。

16 は第二絶縁膜、17 は保護膜であり、第一絶縁膜 13 や第二配線 2 上に積層される。この実施例では共に SiNx で形成されている。なお、これらの膜 16、17 は SiNx に限定するものではなく、SiO<sub>2</sub> でもよく、ポリイミドやポリアクリレートなどの有機絶縁膜でもよい。詳細は後述するが、第二絶縁膜 16 と保護膜 17 は別工程で形成される。第二絶縁膜 16 にはリリース口 15 が形成され、リリース口 15 を形成した後で第二絶縁膜 16 上に保護膜 17 を形成するため、リリース口 15 は保護膜 17 で塞がれる。そして、リリース口 15 を塞ぐ保護膜 17 と第二絶縁膜 16 上に積層される保護膜 17 は同時形成されるが、膜としては連続せずに分かれている。このリリース口 15 を塞ぐ保護膜 17 が閉塞部に相当する。なお、この保護膜 17 の膜厚をリリース口 15 部分の深さより厚くしていけば、リリース口 15 内の保護膜 17 と第二絶縁膜 16 上の保護膜 17 がつながる。

センサ部 4 では、第二電極 9 上の第二絶縁膜 16 と保護膜 17 が円形状に取除

かれ、第二電極 9 が露出している。第二電極 9 は第二絶縁膜 16 が被覆されている境界部分を支点にして湾曲するため、第二絶縁膜 16 が取除かれている範囲の大きさによって第二電極 9 の柔軟性が変わる。第二絶縁膜 16 を大きく取除くと第二電極 9 が湾曲しやすくなり、検体の凸部が第二電極 9 に当たったときに第二電極 9 が湾曲して第一電極 8 と接触するため、圧力に対して敏感なセンサ部 4 になる。それに対して、第二電極 9 上に第二絶縁膜 16 や保護膜 17 を広めに残した場合、その分だけ第二電極 9 が湾曲し難くなるため、圧力に対して鈍感なセンサ部 4 になる。第二電極 9 の湾曲のしやすさはセンサ部 4 の感度に影響し、圧力に対して敏感になるほど圧力の検知のし過ぎにより検体の形状が不明瞭になり、圧力に対して鈍感になるほど微細な形状を検知できない部分が存在するため検体の形状が不鮮明になる。したがって敏感になりすぎても、鈍感になりすぎても誤検知の可能性が増大するため、第二電極 9 の湾曲のし易さが適正になるように設計する必要がある。そして第二絶縁膜 16 が取除かれている部分の境界が第一電極 8 の最も外側の環状部 8b よりも内側に位置するように設定すると、第二電極 9 の柔軟性と復元力が適切な範囲内になる。

薄膜の第二絶縁膜 16 や保護膜 17 が第二電極 9 上に存在すると第二電極 9 の補強及び保護の役割を果たすため、それだけ第二電極 9 の破損は少なくなる。この実施例では第二絶縁膜 16 と保護膜 17 を除去しているが、これらの条件を考慮して、除去せずに第二電極 9 上の第二絶縁膜 16 や保護膜 17 の厚み方向の一部を取除き、中央部分を薄くしてもよい。このとき薄くした部分はセンサ部 4 を中心として円形状にするとよい。なお、この実施例では第二絶縁膜 16 を円形状に取除いたが、第二絶縁膜を四角形状に取除いてもよい。

第二電極 9 上の第二絶縁膜 16 を取除いた部分または第二絶縁膜 16 を薄くした部分の大きさは、円形状の場合、直径約  $5\ \mu\text{m}$  ～約  $40\ \mu\text{m}$  が適している。より好ましくは約  $24\ \mu\text{m}$  ～約  $28\ \mu\text{m}$  が適している。なお四角形状の場合、その大きさは一辺が約  $5\ \mu\text{m}$  ～約  $40\ \mu\text{m}$  の正方形の範囲内がよい。

次に通気口部 5 について説明する。20 は通気口部 5 の中央付近に位置し、下層絶縁膜 11 上に形成されたダミー電極である。ダミー電極 20 は中心に開口を

有するドーナツ状の金属層であり、第一配線 2 や第一電極 8 と同一工程で形成される。従って、例えば下層絶縁膜 1 1 の全面に Mo と Al の積層構造からなる金属層を積層し、この金属層をパターンニングしてダミー電極 2 0、第一配線 2、第一電極 8 を同時形成する。そしてダミー電極 2 0 は第一配線 2 と電氣的な接続がなく、孤立して設けられている。第一絶縁膜 1 3 は下層絶縁膜 1 1 やダミー電極 2 0 を覆うように積層され、通気口部 5 の中央付近では第一絶縁膜 1 3 を取除いて下層絶縁膜 1 1 やダミー電極 2 0 の一部を露出している。

2 1 は通気口部 5 に位置する補助電極であり、センサ部 4 の第二電極 9 と同様に Mo 等からなる金属層を  $50\mu\text{m} \times 50\mu\text{m}$  の正形状にパターンニングし、4 隅にリリース口 1 5 を形成している。通気口部 5 の補助電極 2 1 はその形状がセンサ部 4 の第二電極 9 と類似しているが、形状を検知する機能はなく、第二配線 3 の一部として存在する。補助電極 2 1 と第一絶縁膜 1 3 の間には第二空洞部 2 2 が設けられ、この第二空洞部 2 2 はセンサ部 4 の空洞部 1 0 と空間的に連通し、両空洞部 1 0、2 2 間を通気可能にしている。補助電極 2 1 上には第二絶縁膜 1 6 が積層され、補助電極 2 1 と同様にリリース口 1 5 が設けられている。

通気口部 5 の中央には補助電極 2 1 及び第二絶縁膜 1 6 を貫通する通気口 2 3 が形成されている。そして通気口 2 3 に対応する位置にはダミー電極 2 0、第一絶縁膜 1 3 が存在しない。第二絶縁膜 1 6 上に保護膜 1 7 を積層するとき、リリース口 1 5 はこの保護膜 1 7 の一部によって塞がれて第二空洞部 2 2 との連通状態を絶たれるが、通気口 2 3 では保護膜 1 7 が下層絶縁膜 1 1 上に積層されるため第二空洞部 2 2 との連通状態を維持する。通気口部 5 では補助電極 2 1 上の第二絶縁膜 1 6、保護膜 1 7 は取除かれず、そのまま残っている。従って第二絶縁膜 1 6、保護膜 1 7 により補助電極 2 1 の湾曲が規制され、通気口 2 3 の周辺が補強されることになり、製造中や使用中でも通気口 2 3 は第二空洞部 2 2 と連通している。

2 4 は中空状でその内部を空気が行き来できる通路部であり、通気口部 5 とセンサ部 4 の間や隣接するセンサ部 4 間に位置し、センサ部 4 の空洞部 1 0 同士やセンサ部 4 の空洞部 1 0 と通気口部 5 の第二空洞部 2 2 をつないでいる。通路部

24は、その底面を第一絶縁膜13で、側面や上面を第二配線3の金属層である補助電極21で構成している。通路部24により各センサ部4の空洞部10と通気口部5の第二空洞部22が空間的に連通状態になり、通気口23を介して外気の行き来が可能になる。また通路部24の横幅は空洞部10の横幅よりも狭くなっているため、通気口23から入ってきた塵埃が通路部24を介して空洞部10に侵入することを防止できる。

このような構造により、保護膜17により各リリース口15を塞いだ後でも、センサ部4の空洞部10内をほぼ外気圧と同じ気圧に保つことができる。そのため真空引きを行う工程中にセンサ部4の第二電極9には大きな負荷がかからず、破損することを防止できる。さらにセンサ部4とは別に通気口部5を設けているため、センサ部4の空洞部10内に塵埃が侵入することを防止でき、故障の少ない圧力センサを得ることができる。なお、圧力センサの使用時に通気口部5から塵埃が入り込まないように、この通気口23を最終的に塞いでも良い。

次にセンサ部4の製造工程を図面に基づいて説明する。図6はセンサ部4の製造工程を示す断面図（図3の断面図に相当）であり、図7はセンサ部4の製造工程を示す平面図である。

ガラス基板1上にSiNxからなる下層絶縁膜11を積層し、下層絶縁膜11上にSi層を積層する。Si層をアニール処理によって多結晶化し、その後でフォトリソグラフィ法によりコンタクト層12に相当する部分だけSi層を残す。その後、MoとAlの積層構造をした金属層をスパッタ法等により下層絶縁膜11上に形成し、フォトリソグラフィ法により図6(a)、図7(a)に示すような第一配線2、第一電極8を形成する。

次に、下層絶縁膜11や第一配線2上にSiNxを積層して第一絶縁膜13を形成する。そしてエッチング工程によって、第一絶縁膜13は円状部8aに対応する部分が取除かれている。図6(b)、図7(b)に示すように、円状部8a上の第一絶縁膜13を円形状に取除き、センサ孔14を形成している。こうして円状部8aの中央部分を露出させ、円状部8aの周縁部分を第一絶縁膜13で被覆している。円状部8a上に存在する第一絶縁膜13の割合は圧力センサの感度

に影響する。

次に、第一絶縁膜 1 3 や露出した第一電極 8 上に A l からなる金属層を積層する。その後、フォトリソグラフィ法などでこの金属層を所定形状にパターニングし、中間層 2 5 を形成する。この中間層 2 5 は最終的には取除かれるが、中間層 2 5 の存在した部分が空洞部 1 0 や通路部 2 4 になる。従って、センサ部 4 では図 6 (c)、図 7 (c) に示す形状の中間層 2 5 になる。中間層 2 5 は、第一電極 8 の円状部 8 a から環状部 8 b までを覆うほぼ円形状の部分とそこから突出して 4 箇所のリリース口 1 5 まで延在する部分とを備えている。そして、隣接するセンサ部 4 同士の間やセンサ部 4 と通気口部 5 との間には、通路部 2 4 に相当する細長状の中間層 2 5 が存在する。従って、列方向に並ぶ各センサ部 4 と通気口部 5 では、その部分に存在する中間層 2 5 が分割することなく連なって形成されている。なお、各中間層 2 5 の形状や厚み等の大きさは、希望する空洞部 1 0 や通路部 2 4 の形状、サイズに合わせて設計される。

次に、中間層 2 5 や第一絶縁膜 1 3 上に金属層をスパッタ法により積層する。この金属層は M o と A l の積層構造になる。センサ部 4 の中間層 2 5 は第一電極 8 の形状に応じて表面が凹凸状になる。この金属層上にレジストを塗布し、フォトリソグラフィ法による露光、現像、エッチング処理を施して第二電極 9 や連結部 3 0 を含む第二配線 3 を形成する。このとき中間層 2 5 は第二配線 3 の金属層で完全に覆われた状態になる。図 6 (d)、図 7 (d) に示すように、中間層 2 5 を完全に覆うほぼ四角形状の第二電極 9 がほぼ均一な膜厚で形成され、中間層 2 5 の表面の凹凸に応じて第二電極 9 も凹凸状になる。このとき、まだ第二電極 9 にはリリース口 1 5 を形成しない。通路部 2 4 に相当する中間層 2 5 は連結部 3 0 で覆われ、この連結部 3 0 により隣接するセンサ部 4 の第二電極 9 を電氣的に連結する。

次に、第二電極 9 や第一絶縁膜 1 3 上に S i N x を積層し、第二絶縁膜 1 6 を形成する。そして図 6 (e)、図 7 (e) に示すようにリリース口 1 5 に該当する部分の S i N x を取除く。この第二絶縁膜 1 6 が取除かれた部分は、第二電極 9 の一部分が露出する。

次に、MoとAlの両方の材質を除去するエッチング処理をする。このエッチング処理により第二絶縁膜16から露出している部分の金属層が除去される。エッチング方法としては、ドライエッチングとウェットエッチングの両方が利用できる。例えば、エッチング液にリン酸、硝酸、酢酸の混合液を用いれば、MoとAlの両方がエッチングできる。このエッチング処理により、図6(f)に示すようにリリース口15に対応する部分の第二電極9と中間層25が取除かれる。

次に、中間層25だけを除去するエッチング処理を行う。このときウェットエッチングを行い、エッチング液に塩酸、リン酸、水の混合液を用いる。エッチング液はリリース口15を通じて中間層25に達し、中間層25の端部から順にエッチングする。混合比が塩酸：リン酸：水=1：5：1のエッチング液を使用した場合、中間層25のAlと第二配線3などを構成するMoとの間に電池効果が生じ、Alが短時間でエッチングされる。電池効果によりAlを積極的にエッチングする場合、エッチング液としては特にリン酸が塩酸の5倍以上含まれていればその効果が得られるが、塩酸：リン酸=1：5のエッチング液のときには同時に多量の泡が発生する。そこで実験によりさらに研究を重ねた結果、塩酸：リン酸：水=1：10：1のエッチング液を用いたときに、泡の発生が少なく且つAlが短時間で積極的にエッチングできた。このエッチング処理により中間層25を確実に取除くことができ、空洞部10や通路部24が形成される（図6(g)）。

その後、第二絶縁膜16上にSiNxを積層し、保護膜17を形成する。このSiNxは例えばCVDで形成され、ほぼ同じ厚みの膜がガラス基板1上の全面に積層される。このときリリース口15では第二絶縁膜16などが存在しないため、第一絶縁膜13上に保護膜17が積層される。この保護膜17は、リリース口15を塞ぐ程度の厚さに設定されている。空洞部10は中間層25により形成されるため、中間層25の厚さが空洞部10の厚さとなり、空洞部10内の厚さはほぼ均一になる。そして空洞部10の厚さが、リリース口15の下方の空間の底面からリリース口15までの距離に相当する。従って、空洞部10の厚さを $d_1$ 、リリース口を塞ぐ保護膜17（閉塞部）の厚さを $d$ としたとき、 $d_1 \leq d$ で

あればリリース口 15 を確実に塞ぐことができる。この条件を満たす保護膜 17 を積層することで、図 6 (g) に示すようにリリース口 15 が塞がれ、リリース口 15 から空洞部 10 内に塵埃が侵入することを防止できる。

その後、図 6 (h)、図 7 (f) に示すようにセンサ部 4 の第二電極 9 上の第二絶縁膜 16 と保護膜 17 を取除く。この第二絶縁膜 16 と保護膜 17 は第一電極 8 の円状部 8 a から環状部 8 b 付近までの領域が取除かれ、この領域の第二電極 9 が湾曲しやすくなる。これで圧力に対して敏感なセンサ部 4 を形成することができる。

次に第一電極 8 の第二実施例を図 8 に基づいて説明する。図 8 はセンサ部 4 内の第一電極 8 の平面図である。ここでは第一電極 8 の形状が異なるが、その他の構成は第一実施例と同じであり、説明を省略する。第二実施例の第一電極 8 はセンサ部 4 の中央に位置する円状部 8 a と、円状部 8 a を囲む 2 つの環状部 8 b と、円状部 8 a と環状部 8 b を連結する細長状の接続部 8 c を有している。この実施例の環状部 8 b は、センサ部 4 の中央を中心とした同心円状であって、それぞれ直径の大きさが異なる二重の環で構成されている。そして最も外側に位置する環状部 8 b は第一実施例の環状部 8 b とほぼ同じ大きさであり、その直径はセンサ部 4 の一辺よりも若干短く設定されている。

第二電極 9 は第一電極 8 の形状に沿って凹凸形状を有し、第一電極 8 の円状部 8 a と 2 つの環状部 8 b と接続部 8 c に対応する部分が凸状になり、第一電極 8 が存在しない部分が凹状になる。この実施例では第一実施例と比べて環状部 8 b が 1 つ多い分だけ第二電極 9 の凹凸も増え、第二電極 9 の強度も増し、復元力が増加する。このとき第一電極 8 上に第一絶縁膜 13 を設けなければ、円状部 8 a だけでなく環状部 8 b も第二電極 9 と電氣的な接触が可能となり、感度も向上する。第二実施例でも第二絶縁膜 16 が第二電極 9 の中央部分を除いて被覆しているが、この第二絶縁膜 16 により被覆されている部分の境界は 2 つの環状部 8 b の間に位置する。第一電極 8 に環状部 8 b が 3 つ以上あるときは、第二絶縁膜 16 により被覆された部分の境界は最も外側の環状部 8 b と次に外側の環状部 8 b との間に位置する。

次に第一電極 8 の第三実施例を図 9 に基づいて説明する。第三実施例は第一実施例と第一電極 8 の形状が異なるが、その他の構成は同じである。そして第三実施例は第二実施例の第一電極 8 と類似しており、2 つの環状部 8 b が円状部 8 a と分割されている。この円状部 8 a には接続部 8 c を介して第一配線 2 の走査信号が供給されるが、環状部 8 b は電氣的に分断されているため走査信号は供給されず、第二電極 9 を凹凸形状にするために用いられる。この第一電極 8 では環状部 8 b が形状の検知に関与しないため、感度は低下する。しかし、僅かな圧力で第一電極 8 と第二電極 9 が電氣的な接触をしないため、誤検知の可能性も低下する。

なお本発明の第一電極 8 は実施例に限定するものでなく、第一電極 8 を凹凸にする他の形状も適用できる。そして、その凹凸に沿って第二電極 9 も凹凸形状になり、復元力が向上する。

次に本発明の第四の実施例を図面を参照して説明する。図 10 はセンサ部 4 の断面図であり、図 2 の A-A に沿った断面に対応する。なお、この実施例は第二電極上にオーバーコート膜を設けたものであり、センサ部 4 等の主な構成は第一の実施例と同じである。従って共通する構成については、説明を省略する。

29 はオーバーコート膜であり、第二電極 9 を覆っている。16 は第二絶縁膜、17 は保護膜であり、オーバーコート膜 29 上に積層される。オーバーコート膜 29 はポリイミドなどの有機膜で形成され、第二絶縁膜 16 と保護膜 17 は  $\text{SiN}_x$  で形成されている。なお、第二絶縁膜 16 と保護膜 17 は絶縁膜であれば  $\text{SiN}_x$  に限定するものではなく、 $\text{SiO}_2$  でもよく、ポリイミドやポリアクリレートなどの有機膜でもよい。また、オーバーコート膜 29 はポリイミドに限定するものではなく、ノボラック樹脂などの有機絶縁膜、 $\text{SiN}_x$  や  $\text{SiO}_2$  の無機絶縁膜、 $\text{a-Si}$  などの半導体膜、ITO や IZO の導電性膜でもよい。第二電極 9 上では第二絶縁膜 16 に開口を形成するがオーバーコート膜 29 には開口を形成しないため、オーバーコート膜 29 は第二絶縁膜 16 とは異なる材質にするのがよい。またオーバーコート膜 29 に導電性膜を用いるときは各センサ部 4 に独立したオーバーコート膜 29 を形成する。オーバーコート膜 29 はセンサ部 4



の中央付近に第二電極 9 と一緒に残るため、第二電極 9 と同様の柔軟性や弾力性がある方がよい。従ってオーバーコート膜 2 9 は比較的薄く形成される。なお、この実施例ではオーバーコート膜 2 9 を 1 層で形成したが、薄い 2 層の膜により形成してもよい。

このオーバーコート膜 2 9 は次のように形成される。第二電極 9 上にオーバーコート膜 2 9 となる感光性を有するポリイミドを基板 1 上に塗布し、スピナーにより均一な膜にする。そしてリリース口 1 5 や通気口 2 3 を除いた部分の有機膜を露光処理で硬化し、現像処理によりリリース口 1 5 や通気口 2 3 に対応する有機膜を取除く。このオーバーコート膜 2 9 は第二電極 9 以外の部分にも形成されるが、第二電極 9 上のみに形成してもよい。

センサ部 4 では、第二電極 9 上の第二絶縁膜 1 6 と保護膜 1 7 を円形状に取除いて開口部 2 6 を形成する。この開口部 2 6 では第二電極 9 とオーバーコート膜 2 9 が存在する。そのため第二電極 9 が湾曲しやすくなり、検体の凸部が第二電極 9 に当たったときに第二電極 9 が湾曲して第一電極 8 と接触するため、圧力に対して敏感なセンサ部 4 になる。それに対して、第二電極 9 上に第二絶縁膜 1 6 や保護膜 1 7 を残した場合、その分だけ第二電極 9 が湾曲し難くなるため、圧力に対して鈍感なセンサ部 4 になる。第二電極 9 の湾曲のしやすさはセンサ部 4 の感度に影響し、圧力に対して敏感になるほど圧力を過度に検知するため検体の輪郭が不明瞭になり、圧力に対して鈍感になるほど検体を検知できない部分が存在するため検体が不鮮明になる。したがって敏感になりすぎても、鈍感になりすぎても誤検知の可能性が増大するため、第二電極 9 の湾曲のし易さが適正になるように、開口部 2 6 の大きさを設計する必要がある。なお、この実施例では開口部 2 6 を円形状にしたが、四角形状などの他の形状でもよい。

1 8 はポリイミドなどの有機絶縁膜からなるシール材であり、保護膜 1 7 上に積層されている。このシール材 1 8 は通気口部 5 の通気口 2 3 を最終的に塞ぐものであり、開口部 2 6 では取除いてある。なお、シール材 1 8 としては  $\text{SiNx}$ 、 $\text{SiO}_2$  を用いてもよい。

次に本発明の第五の実施例を図面を参照して説明する。図 1 1 は図 1 の中で 2

× 2 の 4 つのセンサ部 4 の平面図、図 1 2 は図 1 1 の A - A 断面図（センサ部 1 個分に相当）である。ガラス基板 1、下層絶縁膜 1 1 及び第一配線 2 の構成は第一実施例と共通であり、説明を省略する。

8 は、基板 1 の上に配置された第一電極で、中心が接点部となる円盤状のランドを有する。この第一電極 8 は、例えば A 1 と M o の積層構造からなり、行方向の第一配線 2 にコンタクト層 1 2 を介して接続されている。コンタクト層 1 2 の構成は第一実施例と共通であり、説明を省略する。

9 は、第一電極 8 に空隙 1 0 を介して対向して設けられた第二電極で、列方向の第二配線 3 を兼ねている。この第一電極 8 と第二電極 9 の間の空隙 1 0 は各々のセンサ部 4 で列方向に各々 2 本の連通部 3 1 で連通され、列の先端に配置された通気口部 5 で開口されている。この第二電極 9 は例えば M o からなり、各センサ部毎に見たときに、第一電極 8 の外輪（エッジ）から充分離れた位置から立ち上がる略四角形をなし、四隅にリリース口 1 5 を有している。この図の例では、第二電極 9 は実質的にセンサ部 4 の大きさを決めるものであり、例えば一接点センサあたり  $50\ \mu\text{m} \times 50\ \mu\text{m}$  の大きさである。なお、この実施例では、第二電極 9 と一体に形成され、隣接するセンサ部 4 との間に存在する金属層も第二電極 9 と同じ幅を有している。この隣接するセンサ部 4 間に存在する金属層は、連通部 3 1 を覆うと共に隣接するセンサ部 4 の第二電極 9 同士を電氣的に接続する役割を果し、これにより第二電極 9 が第二配線 3 として作用する。そして第二電極 9 も含めて第二配線 3 として見たとき、全体的な形状が細長状の電極となる。

リリース口 1 5 は、一つのセンサ部に対して複数個、さらには各センサ部ごとに設けられるのが好ましい。本発明にあっては、上面から平面的に見たときに、このリリース口 1 5 から第一電極 8 の輪郭部分が覗くような配置、即ち少なくとも第一電極 8 に対向する部分を有する様に第二電極 9 に設けられている。ただし、最終的にこのリリース口 1 5 は保護膜 1 7 などによって塞がれるのが望ましいので、センサ部 4 の動作状態でリリース口 1 5 から第一電極 8 が観察できるわけではない。リリース口 1 5 は接点領域 2 7 に近いので、これを開放しておくで塵埃や液体が空洞 1 0 に入り込み、接点不良など支障が出る可能性があるからである。

なお、本実施例においては、リリース口 15 は第一実施例に比べセンサ部 4 の中心寄りに形成されている。中間層 25 を除去するエッチング処理を行う際、エッチング液はリリース口 15 を通じて中間層 25 に達し、中間層 25 の端部から順にエッチングするため、リリース口 15 の位置がセンサ部 4 の内側にあるほど中間層 25 の除去効率が向上するが、センサ部 4 の中央部は第一電極 8 が第一絶縁膜 13 で被覆されていないため、リリース口 15 を形成する際第一電極 8 もエッチングされてしまうおそれがある。したがってリリース口 15 の内側の端部は第一絶縁膜 13 で被覆された第一電極 8 の外周縁上にあることが好ましい。

さらに詳しく説明すると、リリース口 15 が第一電極 8 の輪郭部に位置するため、平面で開口しないで傾斜して開口していることになり、少なくなったとはいえ発生する気泡が、極めて効率よく抜け出すこととなり、エッチングのムラやエッチング残渣が残りにくい。また、リリース口 15 を第一電極 8 と第一絶縁膜 13 が重なった部分の上方に配置することで、空洞部 10 内で発生したガスが第一電極 8 の輪郭部付近に達した時点でリリース口 15 から外部に排気することができる。これは、例えば、リリース口 15 が第一電極 8 よりも外側に位置した場合、空洞部 10 内のガスは第一電極 8 の輪郭部に達しても、それからまだリリース口 15 まで移動する必要がある。しかし、第一電極 8 の輪郭部とリリース口 15 の間の空隙に第一電極 8 の厚み分だけ段差が生じるため、空洞部 10 内のガスはこの段差を乗り越えなければリリース口 15 まで達することができない。従って、平面的に見て第一電極 8 と重なるようにリリース口 15 を配置することで、空洞部 10 内のガスを効率良く排気することができる。

この実施例ではリリース口 15 が連通部 31 に重なるように形成されている。連通部 31 は細長い通路になるため、リリース口 15 を連通部 31 上に設けることで、製造中に連通部 31 内に存在する中間層を確実に取除くことができる。

13 は、第一電極 8 に積層された第一絶縁膜で、同心円状に配置された 2 つのリング状をなしている。この第一絶縁膜 13 は、例えば  $\text{SiN}_x$  または  $\text{SiO}_2$  などであり、下地層 11 や第一電極 8 の要部を覆うもので、本実施例にあっては、特に第二電極 9 及びその上に密着して設けられた被膜の形状を特定するものでも

ある。そして、第一電極 8 の中央部分は、接点として機能させる接点領域 2 7 であるので、第一絶縁膜 1 3 で覆われず電極が露出しているが、第一絶縁膜 1 3 の凹部 2 8 においては第一電極 8 を露出させる必要はないので、薄く覆っていても良い。この場合、第一絶縁膜 1 3 の断面図はまさしく略凹字状になる。なお、この実施例では凹部 2 8 で第一電極 8 を露出させている。凹部 2 8 で第一電極 8 を露出させる場合、凹部 2 8 も接点として機能するため、それだけ敏感なセンサになる。また、凹部 2 8 での段差が大きくなるため、後述する第二電極 9 の凹凸が大きくなり、第二電極 9 の強度が向上する。

2 9 はオーバーコート膜であり、第二電極 9 を覆っている。1 6 は第二絶縁膜、1 7 は保護膜であり、オーバーコート膜 2 9 上に積層される。オーバーコート膜 2 9、第二絶縁膜 1 6、及び保護膜 1 7 の材質や構成は第四実施例と共通するため、説明を省略する。

第二電極 9 そのものは略均一な膜厚をしているが、第一絶縁膜 1 3 の形状に従って、中間層 2 5 の表面が第一絶縁膜 1 3 の形状に応じて凹凸になるため、第二電極 9 も波打ったような凹凸形状となる。つまり第一絶縁膜 1 3 の存在する個所が上に浮き、凹部 2 8 の場所で沈み、これが同心円状であれば水面に石を投げ込んだときの様な波紋状となる。このようにして第二電極 9 が全体的に凹凸部分を有するため、第二電極 9 が柔軟となり、且つ復元力が増す。また第二電極 9 又はそれに積層された保護膜 1 7 に強い圧力が加わったときでも、第二電極 9 や保護膜 1 7 全体に応力が働くため、強度が増し、第二電極 9 が破損することは極めて稀となる。

この実施例では、第一絶縁膜 1 3 の凹部を一箇所リング状に設けたが、これに限られるものではなく、複数であって略同心円状に設けてもよい。また同心円状ではなく蛇腹状に設けることも可能である。

次に本発明の第六の実施例を図面を参照して説明する。図 1 3 は図 1 の中で 2 × 2 の 4 つのセンサ部 4 の平面図、図 1 4 は図 1 3 の A - A 断面図（センサ部 1 個分に相当）である。ガラス基板 1、下層絶縁膜 1 1、第一配線 2、第一電極 8 の構成は第五実施例と共通であり、説明を省略する。

13はSiNx又はSiO<sub>2</sub>による第一絶縁膜であり、下層絶縁膜11や第一配線2を覆っている。また第一絶縁膜13は第一電極8の外周部分も覆い、それによって窪みを持った円形状のセンサ孔14を形成している。第一絶縁膜13で第一電極8の外周を覆う形状にすることにより、空洞部10上に第一電極8と対向配置される第二電極9の形状も窪みを持つことになり、第一電極8と第二電極9は接触時に点接触でなく、面接触になる。

第一絶縁膜13を形成するもう一つの目的として、第一電極8の外周部分を覆う構造をなすことにより、空洞部10上に対向される第二電極9に凹凸をつけることが挙げられる。つまり第二電極9を形成する場合、まず第一電極8や第一絶縁膜13上に膜厚がほぼ均一な中間層25（図6参照）を積層し、その中間層25上に第二電極9を積層し、その後で中間層25を取除く。従って、第二電極9は第一電極8や第一絶縁膜13の表面形状に沿った形状になる。この実施例では第二電極9の凹凸部分を第一電極8の周辺付近だけに設け、第一電極8の中央付近には設けていない。しかし第一電極8の周辺部分に第二電極9の折れ曲がり部分があるだけでも、第二電極9の復元力が向上する。

本発明では第一電極8の外周部分上に設けられた第一絶縁膜13の端縁の断面を図15（a）に示すように傾斜角度 $\theta$ で傾斜させている。この傾斜角度 $\theta$ は、実験、研究を重ねた結果、約30度～60度が適している。より好ましくは、約40～50度である。

この第二電極9の折り曲げ部分の傾斜角度について、図15に基づいて詳細に説明する。図15（a）は本実施例の第二電極を示し、図15（b）は従来の第二電極を示す。図15（b）のように、第一絶縁膜13の断面傾斜角度を直角にすると、それに倣って形成される第二電極9の折れ曲がり部分も直角になり、第一電極8と第二電極9の接触時に第二電極9の直角部分にじかに圧力がかかるため、破損しやすくなる。

また、第一絶縁膜13の断面傾斜角度は、第二電極9の折れ曲がり部分の膜厚にも影響を及ぼす。つまり第一絶縁膜13上に中間層25、第二電極9を順次積層することで、第二電極9が第一絶縁膜8の形状に倣った形状になるが、第一絶

縁膜 1 3 の端縁の断面傾斜角度が直角の場合、第一絶縁膜 1 3 の端縁付近の中間層 2 5 や第二電極 9 の膜厚が他の部分の膜厚より薄くなる。そのため第二電極 9 の折れ曲がり部分が破損しやすくなり、また空洞部 1 0 の間隔も不均一になるのでセンサ部 4 の精度も不均一になる。

一方、第一絶縁膜 1 3 の断面傾斜角度を鋭角にしすぎた場合も問題が生じる。つまり傾斜角度を鋭角（第一絶縁膜 1 3 端縁が第一電極 8 上で傾斜をなす角度が 30 度以下）にすると、それに倣って形成される第二電極 9 の折れ曲がり部分も鋭角になり、第一電極 8 と第二電極 9 の接触時に第二電極 9 の折れ曲がり部分にかかる圧力は分散されるため、破損は起きにくくなるが、復元性が悪くなってしまう。

第二電極 9 の折れ曲がり部分の破損を防ぎながら最適な復元力を有する傾斜角度  $\theta$  を実験により研究した結果、第一絶縁膜 1 3 の断面傾斜角度  $\theta$  が約 30 ～ 60 度のときが良好な結果が得られた。より好ましくは約 40 ～ 50 度のときである。このように第一絶縁膜 1 3 の断面傾斜角度  $\theta$  を約 30 ～ 60 度にすれば、第二電極 9 の折れ曲がり部分の傾斜角度も約 30 ～ 60 度になり、破損が少なく復元力がある第二電極 9 を実現できる。

第二電極 9 上にはオーバーコート膜 2 9 を形成する。オーバーコート膜 2 9 となる感光性を有するポリイミドを基板 1 上に塗布し、スピナーにより均一な膜にする。そしてリリース口 1 5 や通気口 2 3 を除いた部分の有機膜を露光処理して約 250℃ 近辺（約 250 ～ 約 300℃ でも可）でポストベーク（焼成）して硬化させ、現像処理によりリリース口 1 5 や通気口 2 3 に対応する有機膜を取除く。オーバーコート膜 2 9 のポストベーク温度を 200℃ で行った場合、焼成不足となり硬化が不十分なうえに、オーバーコート膜 2 9 上に積層させる第二絶縁膜 1 6 との密着性が悪くなり、絶縁膜の剥離が生じやすくなる。前述のようにポストベーク温度が 250℃ より低いと硬化が不十分となるので、外部からの水の浸入に対する耐水性が悪くなる。

次に、250℃ 以上のポストベーク温度での水滴滴下による不良発生率を表 1 に示す。表 1 はリークポイントテスト結果の代表的な数値を示す。リークポイン

トとは、複数のセンサ部 4 が並んだ 1 ユニットの微細な形状を検知する圧力センサにおける、不良のセンサ部 4 が占める割合を示している。そしてリークポイント (before) は水滴を滴下する前の不良率であり、リークポイント (after) は水滴を滴下して 10 分程度放置した後の不良率を示している。

【表 1】

ポストバーク 温度	リークポイント (before) : A (%)	リークポイント (after) : B (%)	変化割合 (B-A) (%)
250℃	0.39	0.43	0.04
300℃	0.19	0.26	0.07
350℃	2.13	5.96	3.83

ポストバーク温度が 250℃ のとき、水滴滴下前後におけるリークポイントの不良率の変化は、ポストバーク温度が 250℃ のときは 0.04、300℃ のときは 0.07 で、共に 0.1 以下であり、滴下後も耐水性が変わらず不良の発生が僅かであった。それに対して、ポストバーク温度が 350℃ になるとリークポイント (before) からリークポイント (after) の数値が急激に増加し、変化割合も 3 以上となり、耐水性が悪くなっていることを示している。このように、ポストバーク温度が約 250℃ ～ 約 300℃ であればセンサ部 4 の耐水性が良好になり、センサ部 4 の歩留まりが格段に向上する。

第四実施例では第二電極 9 に複数の凹凸を形成し、その第二電極 9 上にオーバーコート膜を積層している。そしてこのときのオーバーコート膜のポストバーク温度は 200℃ でよい。このとき第二電極を凹凸形状にすることで、第二電極とオーバーコート膜の積層膜に最適な柔軟性と復元力を与えることができた。しかし、オーバーコート膜のポストバーク温度を上げると、それに伴い、オーバーコート膜自体の柔軟性が失われてしまう。そのため、複数の凹凸を有する第二電極上に 250℃ で処理されたオーバーコート膜を積層すると、オーバーコート膜が硬くなり過ぎるため、第二電極とオーバーコート膜の積層体の柔軟性がなくなり、第一電極と第二電極の接触が不均一になってセンサ部の感度が悪くなったり、第二電極に凹凸部分で亀裂が発生して耐水性が低下するなどの不具合が生じる。そ

のため、オーバーコート膜 29 を約 250℃以上でポストベークする場合、第二電極 9 のセンサ領域に対応する部分を凹凸形状のない平板形状にすることにより、第二電極 9 とオーバーコート膜 29 の積層体に最適な柔軟性と復元力を与えることができ、センサ部 4 として均一な感度を保つことができる。

また、オーバーコート膜 29 は、ポストベークした後に膜厚が均一であり凹凸のない平滑面とすることにより、オーバーコート膜 29 の下層に位置する第二電極 9 に圧力がかかった時のセンサ検知感度を均一なものとするすることができる。オーバーコート膜 29 は第二絶縁膜 16 と異なる材質にする方がよく、また、オーバーコート膜 29 は第二電極 9 と同様の柔軟性や弾力性がある方がよい。なお、この実施形態ではオーバーコート膜 29 が第二電極 9 となる金属層上に全面にわたって形成されているが、センサ部 4 において第二絶縁膜 16 が取除かれた開口 26 に相当する部分にだけオーバーコート膜 29 を形成してもよい。

本実施形態では、第二絶縁膜 16 と保護膜 17 は同一材料であるが、別工程で形成される。第二絶縁膜 16、空洞部 10 及び保護膜 17 を形成する工程は第一実施例と共通であるため説明は省略する。

センサ部 4 が完成した後、シール材 18 となる感光性を有するポリイミドを保護膜 17 上に塗布し、スピンナーにより均一な膜にする。そしてセンサ孔 14 とほぼ同面積の開口部 26 に対応する部分を除いて有機膜を露光処理で硬化させ、現像処理で開口部 26 の有機膜を取除く。したがってセンサ部 4 では開口部 26 を有する膜となる。

更に、センサ部 4 の第二電極 9 上の第二絶縁膜 16 と保護膜 17 を取除いて開口部 26 を形成する。開口部 26 の大きさを第一絶縁膜の開口の大きさより小さくすれば、第二電極の折れ曲がり部分に第二絶縁膜や保護膜が残ることになり、折れ曲がり部分の強度が向上する。また開口部 26 の直径を約 24～28  $\mu\text{m}$  程度にすれば、第二電極とオーバーコート膜の積層体に適切な柔軟性と復元力を与えることができる。このとき  $\text{SiN}_x$  を除去するエッチング液により開口部 26 を形成するが、オーバーコート膜 29 が第二電極 9 上に存在しない場合は、このエッチング液が第二電極 9 を浸透して空洞部 10 内へ入り込んでしまう。この空



空洞部 10 へ入り込んだエッチング液は空洞部 10 が密閉状態になっているため除去できず、空洞部 10 内へ溜まる。そしてこのエッチング液が原因でセンサ部 4 が有効に作動せず、信頼性に影響があった。そこで第二電極 9 上にオーバーコート膜 29 を形成することにより、オーバーコート膜 29 がエッチング液の浸透を防ぎ、空洞部 10 にエッチング液が侵入しないようにしている。

したがって、オーバーコート膜 29 のすぐ上に積層された第二絶縁膜 16 と異なる材質のものをを用い、開口部 26 を形成するときのエッチング液には第二絶縁膜 16 はエッチングできるがオーバーコート膜 29 はエッチングされないものを用いる。

この実施形態では第一電極 8 の周縁部分に第一絶縁膜 13 の端縁が位置するものを説明したが、本発明は第一電極 8 の中央部分にも第一絶縁膜 13 が一部存在する場合にも有効である。例えば第五実施例のときでも第一絶縁膜 13 の端縁を傾斜させるとよい。

上述の実施例では、第二電極上の全絶縁膜を取除くか、薄いオーバーコート膜だけを残してきた。このようにすれば第二電極に最適な柔軟性と復元力を与えることができるが、この復元力と柔軟性を損なわない範囲で第二電極にその他の膜を積層しても良い。例えば、センサ部の中央部分に厚みのある絶縁膜やセンサ部の中央部分だけに別体の絶縁膜を設けてもよい。

#### 産業上の利用可能性

本発明は、マイクロセンサの上方電極になる第二電極に、圧力に応じて第一電極側に湾曲する柔軟性と、圧力がなくなったときに元の状態に戻る復元力の程度を所望の状態に設定する。これにより、指紋センサのような微細な形状を検知する圧力センサにおいて、使用者は目的や用途に応じた種々の柔軟性と復元力を設定することができ、センサ部の故障が少なく、適正な感度の圧力センサを提供することができる。

また、第二電極に凹凸をつけて復元性を向上させる場合、折れ曲がり部分に負荷が集中し、第二電極が破損しやすくなることがあるが、第一電極周縁部を覆う

第一絶縁膜の端縁を第一電極上から所定の角度だけ傾斜させることにより、折れ曲がり部分に圧力が集中することなく分散され、破損しにくい圧力センサとすることができる。

また、圧力センサの空洞部を形成する場合において、リリースロを第一電極の輪郭部分に対応するように前記第二電極に配置することにより、中間層を効率良く除去ムラなく取除くことができる。

また、第二電極上の絶縁膜を除去する場合において、エッチング液が空洞部に侵入することがあるが、第二電極上にオーバーコート膜を形成し、更にオーバーコート膜を平滑化することにより、センサ部の破損を減少させ、耐水性の向上した歩留まりの高い圧力センサとすることができる。

また、第二電極上にオーバーコート膜を形成する場合において、オーバーコート膜を250～300℃で成膜することにより、より耐水性が良好になり、センサ部の歩留まりが格段に向上する。

請求の範囲

1. 複数のセンサ部をマトリクス状に配置した圧力センサにおいて、前記センサ部は、前記センサ部内に配置された第一電極と、前記第一電極を覆う第一絶縁膜と、前記第一絶縁膜に形成されると共に前記第一電極の一部分を露出させるセンサ孔と、少なくとも露出した前記第一電極の上方に位置する空洞部と、前記空洞部を挟んで前記第一電極に対向配置すると共に第一電極側に湾曲可能な第二電極とを有することを特徴とする圧力センサ。
2. 請求項 1 に記載の圧力センサにおいて、  
前記第一電極は、前記センサ部のほぼ中央に位置する中央電極部と、前記センサ部内に位置するとともに前記中央電極部を囲むように形成された環状部とを備えている。
3. 請求項 1 に記載の圧力センサにおいて、  
前記第一絶縁膜は前記第一電極上においてセンサ孔とは別に少なくとも一箇所の凹部を有する。
4. 請求項 1 に記載の圧力センサにおいて、  
前記第一絶縁膜の端部が第一電極の周囲に位置する。
5. 請求項 1 に記載の圧力センサにおいて、  
センサ孔の周囲に存在する前記第一絶縁膜の厚みが約 2000 ～ 約 5000 Å である。
6. 請求項 1 に記載の圧力センサにおいて、  
センサ孔が円形状であり、その直径が約 5 ～ 約 40  $\mu\text{m}$  である。
7. 請求項 1 に記載の圧力センサにおいて、  
前記空洞部下に位置する前記第一電極表面上より立ちあがる前記第一絶縁膜の端縁は、第一電極上から傾斜している。
8. 請求項 1 に記載の圧力センサにおいて、  
前記第一電極の輪郭部分に対応するように前記第二電極にリリースロが設けられている。
9. 請求項 1 に記載の圧力センサにおいて、

前記第二電極に第二絶縁膜を積層し、センサ部の中央付近の前記第二絶縁膜を取除いて開口部を形成する。

10. 請求項9に記載の圧力センサにおいて、

センサ部内の前記第二絶縁膜の取除かれた部分が円形状であり、その直径が約24～約28 $\mu$ mである。

11. 請求項9に記載の圧力センサにおいて、

前記開口部内の第二電極上にオーバーコート膜が形成されている。

12. 請求項11に記載の圧力センサにおいて、

前記オーバーコート膜が前記第二絶縁膜と異なる材質により形成されている。

13. 請求項11に記載の圧力センサにおいて、

前記第二絶縁膜が無機絶縁膜により形成され、前記オーバーコート膜が有機絶縁膜により形成されている。

14. 請求項11に記載の圧力センサにおいて、

センサ部の中央部分の前記オーバーコート膜表面が平坦になっている。

15. 複数のセンサ部を配置した圧力センサの製造方法において、前記センサ

部内に第一電極を形成する工程と、前記第一電極上に第一絶縁膜を形成する工程と、前記第一電極の中央に存在する第一絶縁膜を取除く工程と、前記第一絶縁膜上に中間層を形成する工程と、前記中間層上に第二電極を形成する工程と、前記第二電極に第二絶縁膜を形成する工程と、前記中間層を取除いて空洞部を形成する工程と、前記センサ部の中央部分に存在する前記第二絶縁膜を取除いて開口部を形成する工程とを備えたことを特徴とする圧力センサの製造方法。

16. 請求項15に記載の圧力センサの製造方法において、

少なくとも第二電極の中央部分にオーバーコート膜を形成する工程と、前記オーバーコート膜上に第二絶縁膜を形成する工程と、前記第二電極の中央部分に存在する前記第二絶縁膜を取除いて開口部を形成する工程を有する。

17. 請求項15に記載の圧力センサの製造方法において、

前記第一電極と重なるように第二絶縁膜及び第二電極にリリース口を形成する工程と、前記リリース口を介して中間層を取除く工程と、中間層を取除いた後

に前記リリースロを塞ぐ工程を有する。

18. 請求項15に記載の圧力センサの製造方法において、  
前記オーバーコート膜を約250～約300℃でポストバークする工程を有する。

### 要約書

本発明の圧力センサは、複数のセンサ部をマトリクス状に配置したものである。センサ部では第一配線に接続する第一電極と第二配線に接続する第二電極が空洞部を介して対向配置している。第二電極は検体からの圧力に応じて第一電極側に湾曲し、所定以上の圧力が加わると第一電極に接触する。検体を圧力検知領域に押し付けた時、検体の凸部に対応するセンサ部では両電極が接触し、凹部に対応するセンサ部では離れたままである。このとき走査回路から1つの第一配線に走査信号を供給し、感知回路で第二配線を流れる信号の有無を検知すれば、各センサ部に加わる圧力を検知できる。走査回路から各第一配線に順次走査信号を供給し、圧力検知領域を一通り走査して形状を検知する。

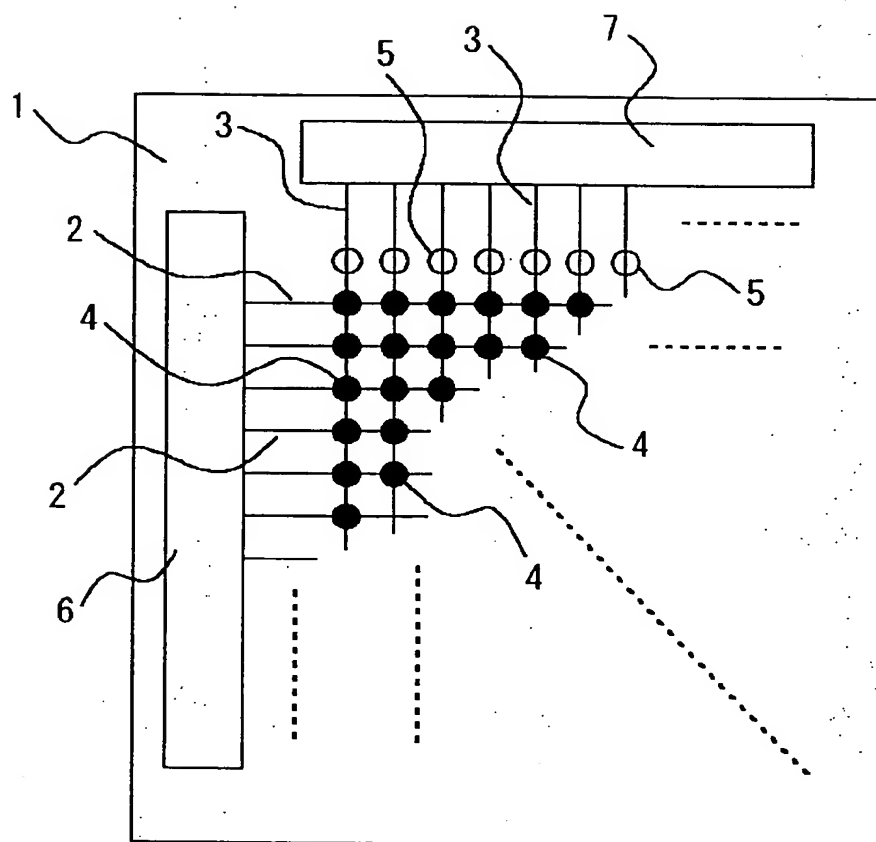


図 2

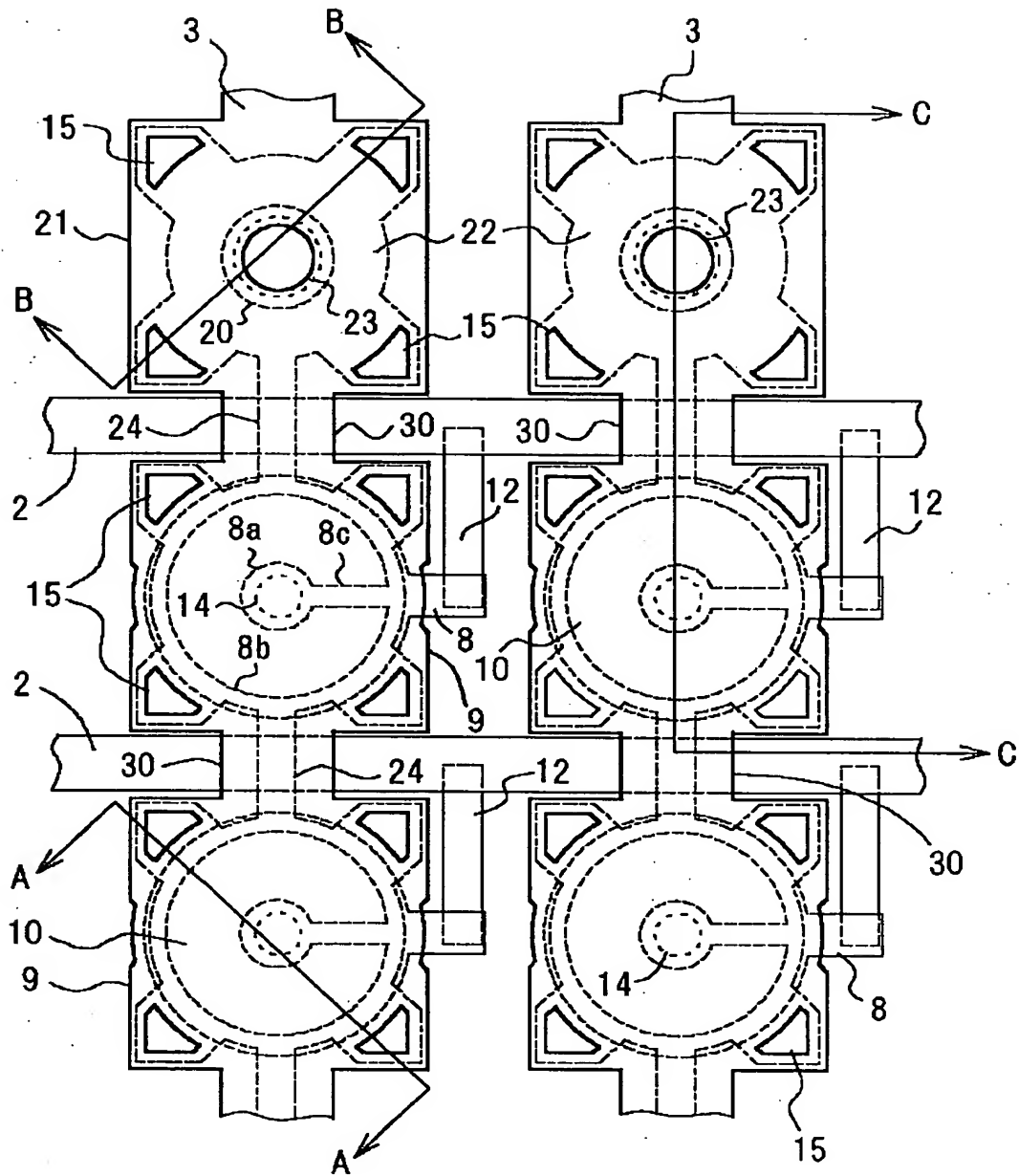




図 3

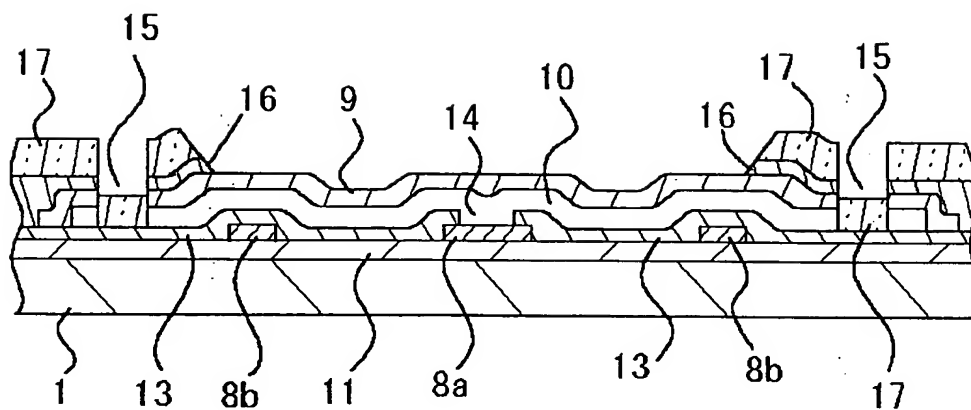


図 4

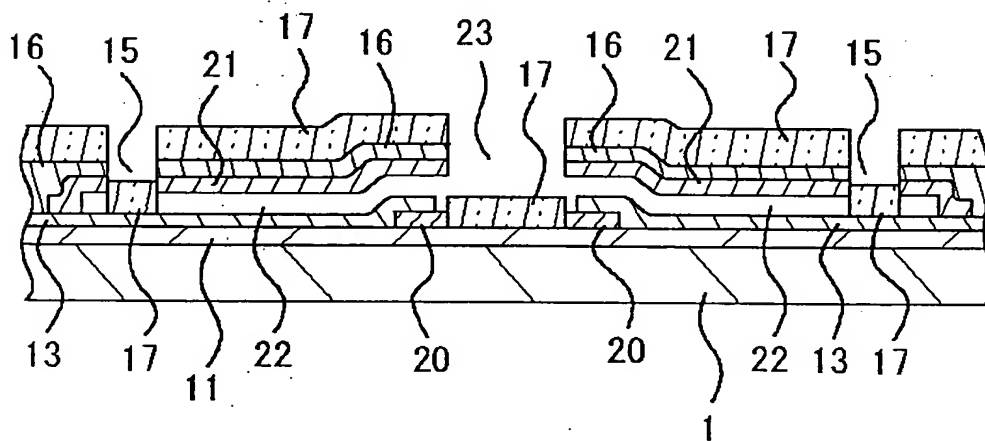
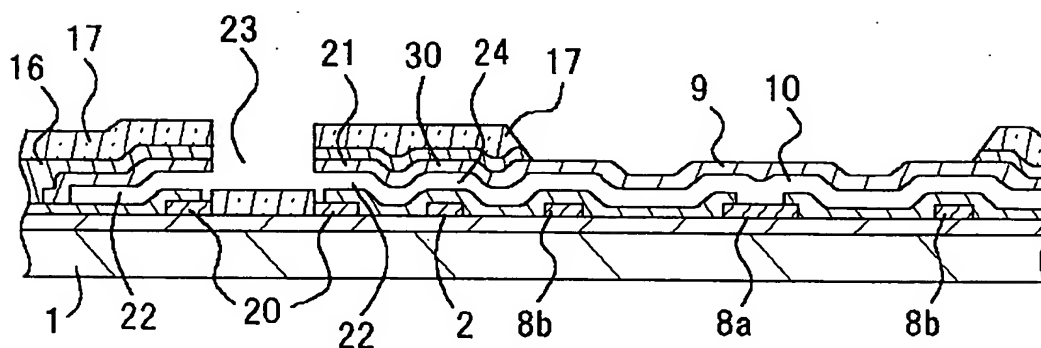


図 5



4 / 1 8

图 6 a

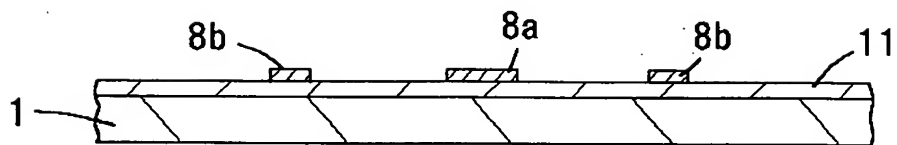


图 6 b

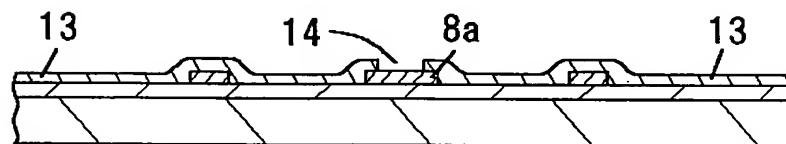
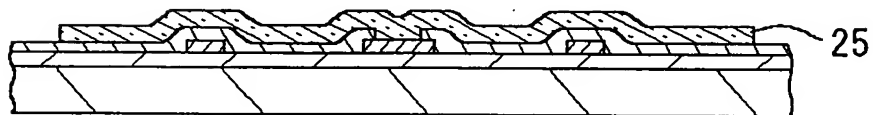


图 6 c



5 / 18

図 6 d

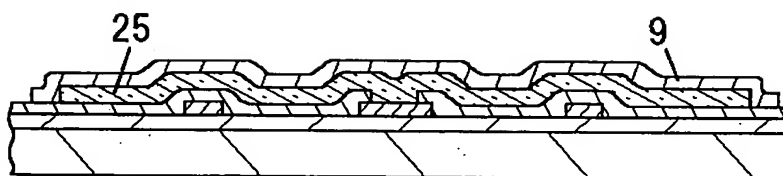


図 6 e

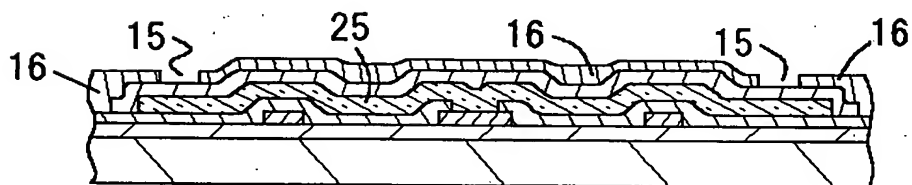
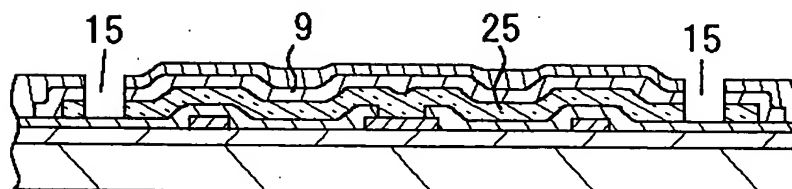


図 6 f



6 / 18

图 6 g

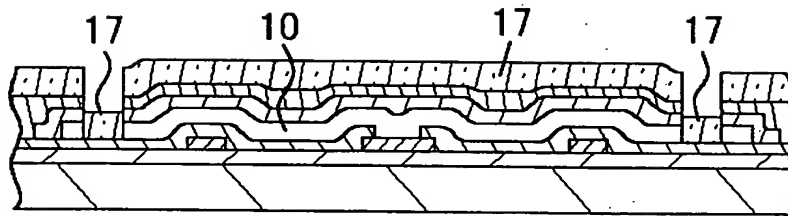
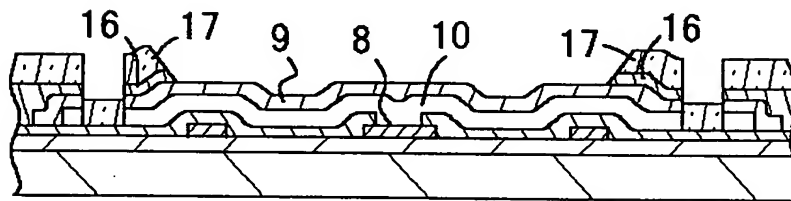


图 6 h



7 / 1 8

図 7 a

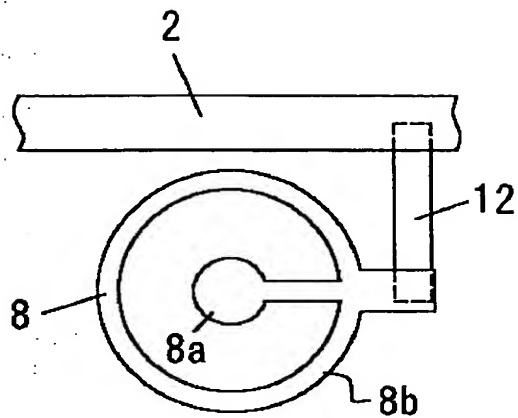
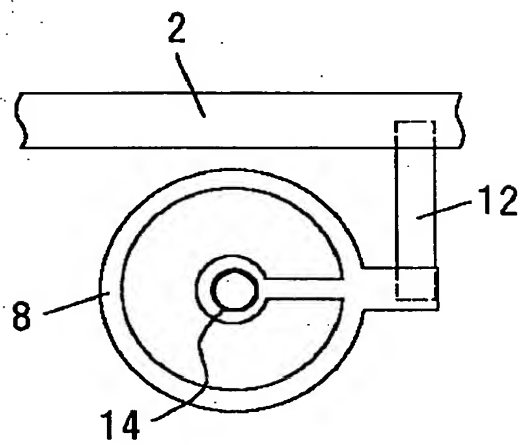


図 7 b



8 / 1 8

図 7 c

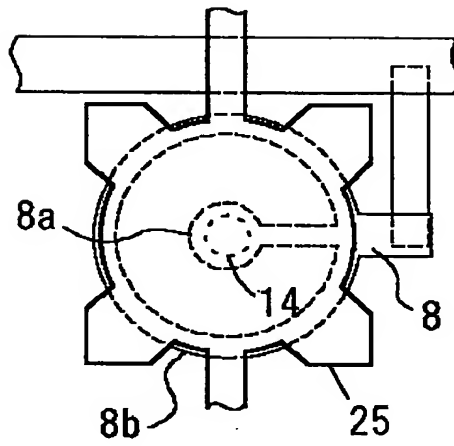
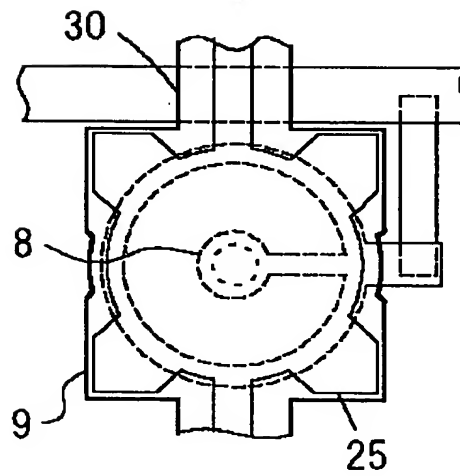


図 7 d



9 / 1 8

图 7 e

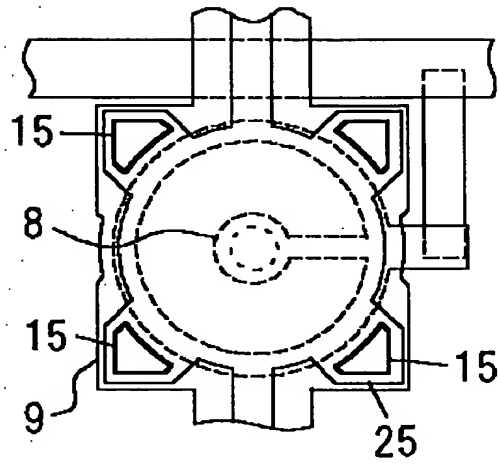
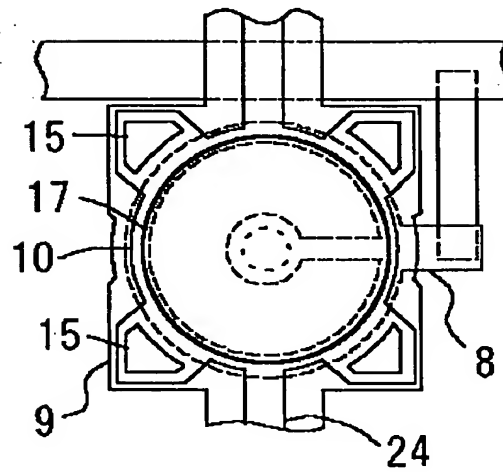
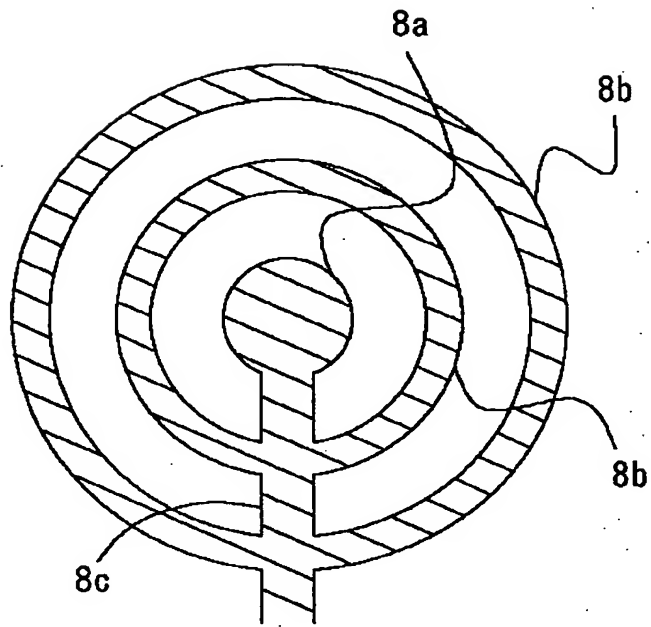


图 7 f



10 / 18

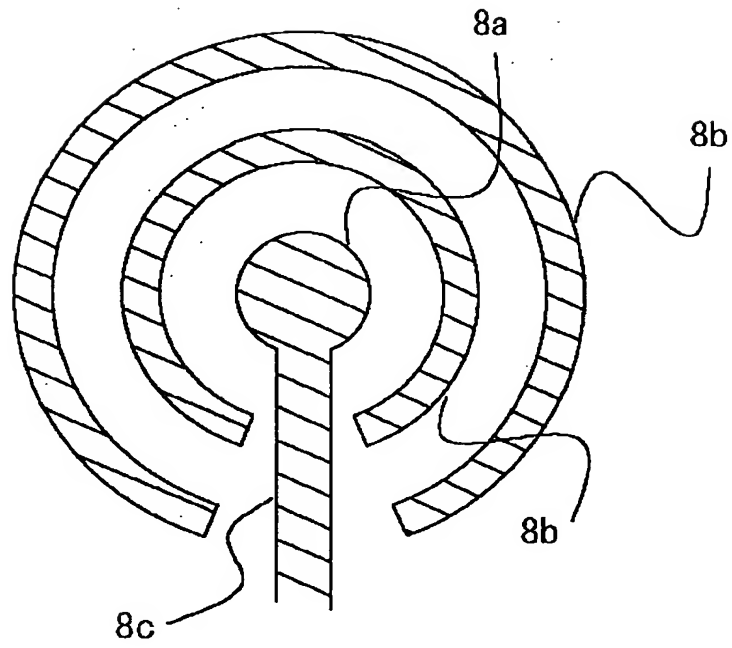
図 8





1 1 / 1 8

图 9



12 / 18

図 10

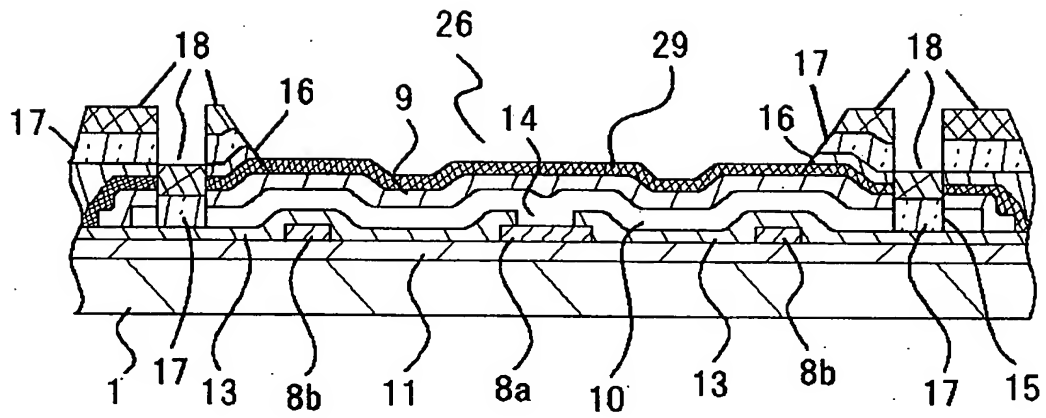
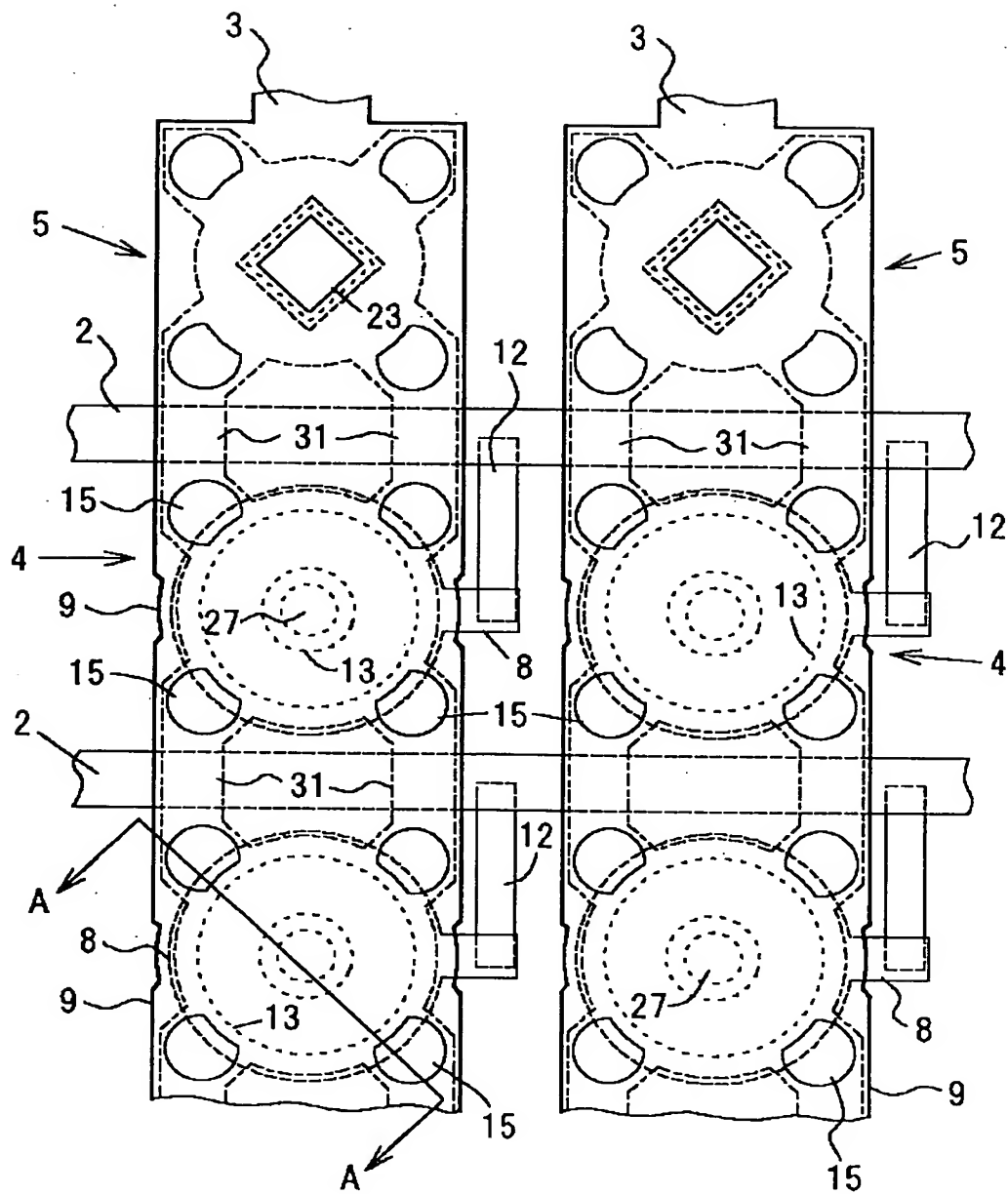


図 11



1 4 / 1 8

图 1 2

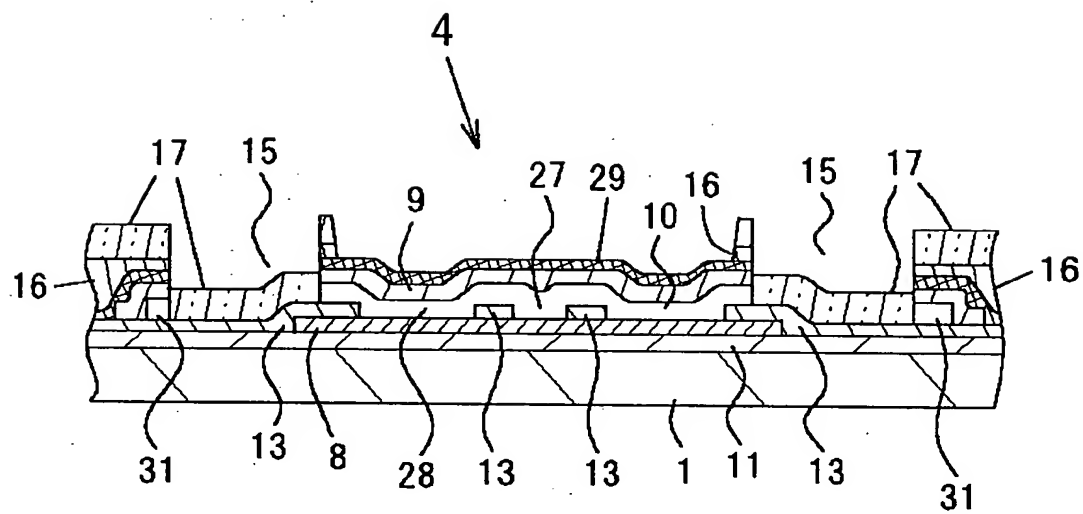
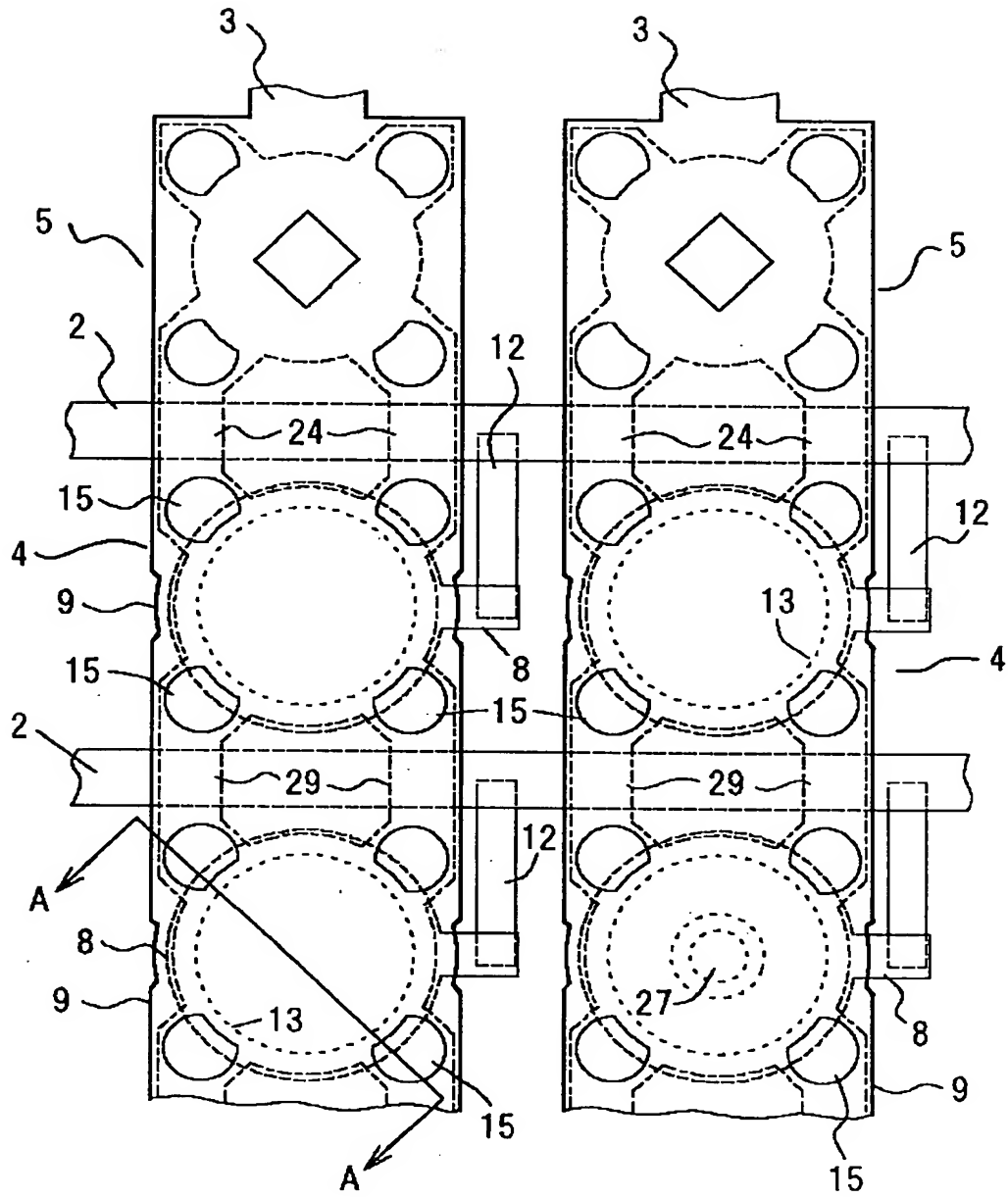
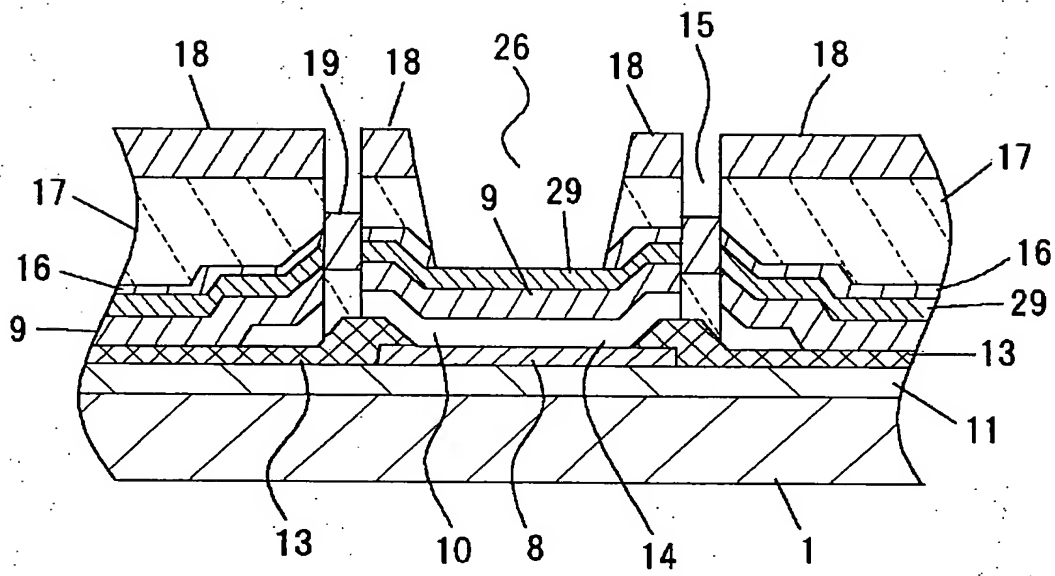


图 13



16 / 18

图 14



17/18

図 15 a

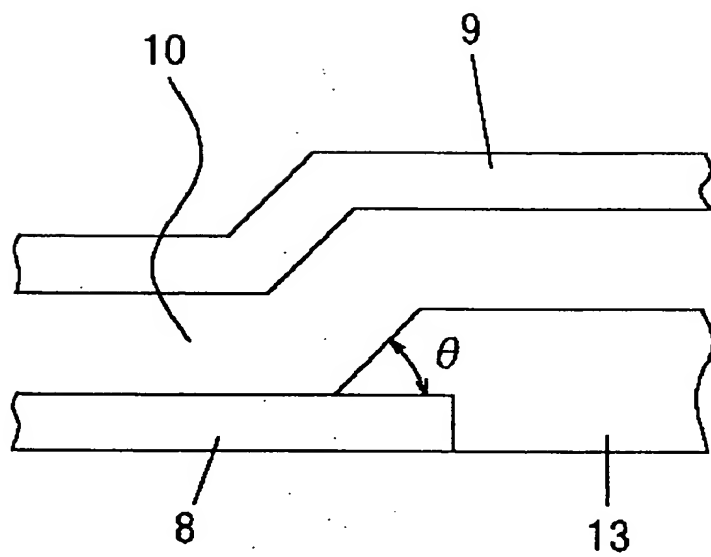
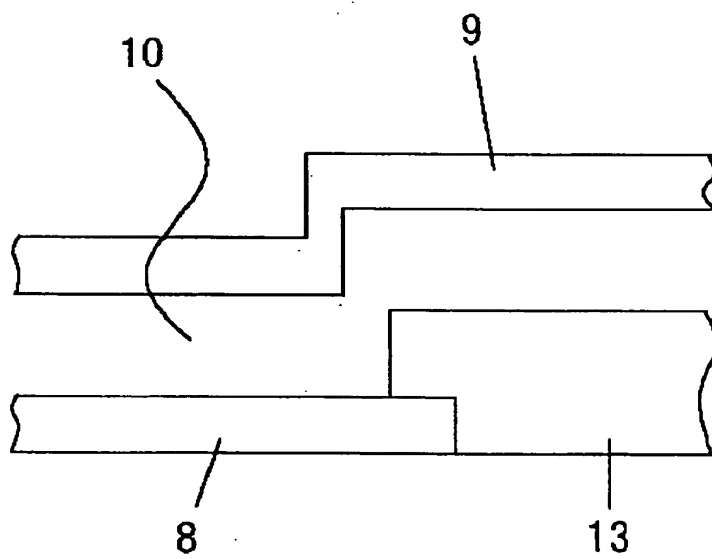


図 15 b



18 / 18

図 16

